

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2019.05.027>

УДК 621.314.572

СИНХРОННОЕ СБАЛАНСИРОВАННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ МНОГОФАЗНОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ШИМ-ИНВЕРТОРОВ С ФИКСИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬНОЙ ТОЧКОЙ

Журнал	Технічна електродинаміка
Издатель	Институт электродинамики Национальной академии наук Украины
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Выпуск	№ 5, 2019 (сентябрь/октябрь)
Страницы	27 – 35

Авторы

В. Олещук*, докт.техн.наук, **В. Ермуратский**, докт.техн.наук

Институт энергетики Молдовы,

ул. Академическая, 5, Кишинев, MD-2028, Молдова,

e-mail: oleschukv@hotmail.com, ermuratskie@gmail.com

* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0002-7413-4867>

Выполнен анализ работы шестифазной системы электропривода переменного тока с четырьмя инверторами с фиксированной средней точкой, регулируемые посредством модифицированных алгоритмов управления и модуляции, обеспечивающими как требуемое распределение мощностей между автономными источниками электропитания, так и симметрию форм фазового и линейного напряжений на всем диапазоне регулирования. Топология системы включает две группы из двух инверторов, питающих соответствующие разомкнутые обмотки асимметричного асинхронного электродвигателя. Требуемый баланс мощностей между отдельными источниками питания осуществляется на базе специализированных функциональных зависимостей, связывающих коэффициенты модуляции отдельных инверторов с амплитудами напряжений источников питания. Выполнено моделирование процессов в шестифазной системе с модернизированными алгоритмами управления, проведен сопоставительный анализ

спектрального состава основных форм напряжения в устройствах, регулируемых посредством двух версий синхронной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) векторного типа. Показано, что на всем диапазоне регулирования и при различных режимах управления в спектре симметричных фазовых и линейных напряжений системы отсутствуют нежелательные субгармоники (выходной частоты), что является особенно важным для преобразовательных систем повышенной мощности, характеризующихся относительно низкими частотами переключения силовых вентилей отдельных инверторов. Библ. 20, рис. 5, табл. 2.

Ключевые слова: инвертор напряжения, шестифазный асинхронный электродвигатель с разомкнутыми статорными обмотками, стратегия управления и модуляции, спектральный состав кривых напряжения

Поступила	29.03.2019
Окончательный вариант	07.05.2019
Подписано в печать	01.08.2019

УДК 621.314.572

СИНХРОННЕ ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕГУЛЮВАННЯ МНОГОФАЗНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ ШІМ-ІНВЕРТОРІВ З ФІКСОВАНОЮ НЕЙТРАЛЬНОЮ ТОЧКОЮ

Журнал	Технічна електродинаміка
Видавець	Інститут електродинаміки Національної академії наук України
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Випуск	№ 5, 2019 (вересень/жовтень)
Сторінки	27 – 35

Автори**В. Олещук**, докт.техн.наук, **В. Єрмуратський**, докт.техн.наук

Інститут енергетики Молдови,

вул. Академічна, 5, Кишинев, MD-2028, Молдова,

e-mail: oleschukv@hotmail.com, ermuratskie@gmail.com

Виконано аналіз роботи шестифазної системи електроприводу змінного струму з чотирма інверторами з фіксованою середньою точкою, які регулюються з використанням модифікованих алгоритмів керування і модуляції, що забезпечують як потрібний розподіл потужностей між автономними джерелами електроживлення, так і симетрію форм фазової та лінійної напруг на усьому діапазоні регулювання. Топологія системи включає дві групи із двох інверторів, які живлять відповідні розімкнені обвитки асиметричного асинхронного електродвигуна. Необхідний баланс потужностей між окремими джерелами живлення здійснюється на базі спеціалізованих функціональних залежностей, які пов'язують коефіцієнти модуляції окремих інверторів із амплітудами напруг джерел живлення. Виконано моделювання процесів у шестифазній системі з модернізованими алгоритмами керування, проведено порівнювальний аналіз спектрального складу основних форм напруги в устаткуванні, що регулюються з застосуванням двох версій синхронної широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) векторного типу. Показано, що на усьому діапазоні регулювання та за різних режимів керування у спектрі симетричних фазових та лінійних напруг системи відсутні небажані субгармоніки (вихідної напруги), що є надто важливим для перетворювальних систем підвищеної напруги, які характеризуються відносно низькими частотами перемикання силових вентилів окремих інверторів. Бібл. 20, рис. 5, табл. 2.

Ключові слова: інвертор напруги, шестифазний асинхронний електродвигун із розімкненими статорними об'єднаннями витків, стратегія керування та модуляції, спектральний склад кривих напруги.

Надійшла	29.03.2019
Остаточний варіант	07.05.2019
Підписано до друку	01.08.2019

Література

1. Bose B.K. Modern Power Electronics and AC Drives. Prentice Hall, Upper Saddle River, 2002. 724 p.
2. Kazmierkowski M.P., Krishnan R., Blaabjerg F. Control in Power Electronics: Selected Problems. Academic Press, 2002. 544 p.
3. Mohan N., Undeland T.M., Robbins W.P. Power Electronics. John Wiley & Sons, 2003. 587 p.
4. Bose B.K. Power electronics, smart grid, and renewable energy systems. *Proc. of the IEEE*. 2017. Vol. 105, No 11. Pp. 2011-2018.
DOI:
<https://doi.org/10.1109/JPROC.2017.2745621>
5. Levi E. Advances in converter control and innovative exploitation of additional degrees of freedom for multiphase machines. *IEEE Trans. Ind. Electron.* 2016. Vol. 63. No 1. Pp. 433-448.
DOI:
<https://doi.org/10.1109/TIE.2015.2434999>
6. Barrero F., Duran M. Recent advances in the design, modeling, and control of multiphase machines. Part I. *IEEE Trans. Ind. Electron.* 2016. Vol. 63. No 1. Pp. 449-458. DOI: <https://doi.org/10.1109/TIE.2015.2447733>
7. Grandi G., Tani A., Sanjeevikumar P., Ostojic D. Multi-phase multi-level AC motor drive based on four three-phase two-level inverters. *Proc. of IEEE Int'l Symp. on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM'2010)*, Pisa, Italy. 2010. Pp. 1768-1775.
DOI:
<https://doi.org/10.1109/SPEEDAM.2010.5545091>
8. Oleschuk V., Grandi G., Sangeevikumar P. Simulation of processes in dual three-phase system on the base of four inverters with synchronized modulation. *Advances in Power Electronics* . 2011. Pp. 1-9.
DOI:
<https://doi.org/10.1155/2011/581306>
9. Grandi G., Sanjeevkumar P., Casadei D. Preliminary hardware implementation of a six-phase quad-inverter induction motor drive. *Proc. of European Power Electronics Conf. (EPE'2011)*, Birmingham, United Kingdom. 2011. Pp. 1-9.
10. Oleschuk V., Prudeak R., Sizov A. Dual three-phase multiinverter system controlled by specialized algorithms of synchronized PWM: MATLAB-based steady-state analysis. *Tekhnichn a Elektrodynamika* . 2014. No 1. Pp. 35-40.
11. Holtz J. Pulsewidth modulation for electronic power conversion. *Proc. of the IEEE*. 1994. Vol. 82. No 11. Pp. 1194-1214.
DOI:
<https://doi.org/10.1109/5.301684>
12. Hava A.M., Kerkman R.J., Lipo T.A. A high-performance generalized discontinuous PWM algorithm. *IEEE Trans. Ind. Appl.* 1998. Vol. 34. No 8. Pp. 1059-1071. DOI: <https://doi.org/10.1109/28.720446>

13. Holmes D.G., Lipo T. Pulse Width Modulation for Power Converters. Principles and Practice. IEEE Press, 2003. 628 p. DOI: <https://doi.org/10.1109/9780470546284>
14. Mykhalskyi V.M., Sobolev V.M., Chopyk V.V., Shapoval I.A. Self-commutated voltage inverters control with maintenance of maximum modulation coefficient by undistorted output voltage generation with the help of modified PWM. *Tekhnichna Elektrodynamika*. 2010. No 1. Pp. 49-59.
15. Lypkivskyi K.O., Khalikov V.A., Mozharovskyi A.H. Analysis of AC voltage parameters conversion in electrotechnical and electrotechnological systems. *Tekhnichna Elektrodynamika*. 2010. No 1. Pp. 30-41.
16. Mikhalsky V.M., Sobolev V.M., Chopyk V.V., Shapoval I.A. Definition of harmonic content and quality factors of voltage-source inverter output voltage with application of discontinuous modulation functions for the PWM. *Tekhnichna Elektrodynamika*. 2010. No 2. Pp. 41-51.
17. Oleschuk V., Sizov A., Bose B.K., Stankovic A.M. Phase-shift-based synchronous modulation of dual inverters for an open-end winding motor drive with elimination of zero sequence currents. Proc. of *IEEE Power Electronics and Drive Systems Conf. (PEDS'2005)*, Kuala Lumpur, Malaysia. 2005. Pp. 325-330.
18. Oleschuk V., Profumo F., Griva G., Bojoi R., Stankovic A.M. Analysis and comparison of basic schemes of synchronized PWM for dual inverter-fed drives. Proc. of *IEEE Int'l Symp. on Ind. Electron* (ISIE'2006), Montreal, Canada. 2006. Pp. 2455-2461.
DOI:
<https://doi.org/10.1109/ISIE.2006.295958>
19. Oleschuk V., Griva G. Simulation of processes in synchronized cascaded inverters for photovoltaic application. *International Review of Electrical Engineering*. 2009. Vol. 4. No 5. Pp. 975-982.
20. Oleschuk V., Barrero F. Standard and non-standard approaches for voltage synchronization of drive inverters with space-vector PWM: A survey. *International Review of Electrical Engineering* 2014. Vol. 9. No 4. Pp. 688-707.
DOI:
<https://doi.org/10.15866/iree.v9i4.1852>

[**PDF**](#)